



Comparação entre Manutenção Preventiva e Corretiva em Indústrias de Manufatura: Análise dos custos, benefícios e impactos na produção.

Fabio Adriano dos Santos Loureiro; Lucas Figueiredo Umbelino; Matheus Elias Ferreira; Matheus Henrique Oliveira Cruz; Matheus Martins Lopes; Renan Azzi Damasceno.
fabiosr3278@hotmail.com; lucasfigueiredo1004@gmail.com; matheuseliasf@gmail.com;
matheushc23@gmail.com; mm473060@gmail.com; 111820313@ulife.com.br.

Professora orientador: Juliano Mazute

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica

1. RESUMO

Este artigo busca mostrar os resultados de uma comparação direta entre manutenção preventiva e manutenção corretiva em indústrias de manufatura, a fim de observar quais os impactos estes tipos de manutenção podem causar em uma empresa. Por meio de uma revisão bibliográfica, foi possível abordar um pouco da história da manutenção e suas características, algumas ferramentas que podem auxiliar na execução de um plano de manutenção, os possíveis custos de cada uma, seus benefícios, características e impacto na linha de produção. Também foi abordado as técnicas as quais se utilizar a fim de reduzir ou mitigar os impactos na empresa como MTBR e MTTF, além de uma análise de um estudo de caso. Foi possível concluir que a manutenção corretiva pode aparentar ser mais vantajosa a curto prazo devido aos baixos custos de implementação, entretanto a longo prazo a manutenção preventiva se destaca por manter o equipamento em melhores condições evitando paradas inesperadas e mantendo uma melhor qualidade nos produtos fabricados, trazendo um custo médio menor em relação a manutenção corretiva. Sendo assim, a manutenção preventiva se apresentou como uma escolha mais viável e eficiente para a grande maioria dos casos.

Palavras-chave: Manutenção; Custos; Impacto; Benefícios; Desvantagens.

2. INTRODUÇÃO

Para iniciarmos o artigo devemos primeiro entender o que a manutenção representa e qual a sua importância na indústria. De acordo com a norma NBR 5462 (1994) a manutenção é definida como “a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Empresas de manufatura em todo o mundo enfrentam um grande desafio quando o assunto se trata da busca pelo aumento do lucro, sempre buscando elevar a receita e diminuir os custos. Uma atividade que sempre é considerada como muito custosa é a manutenção, porém a manutenção pode ser a principal responsável pelo aumento do lucro quando bem desenvolvida e aplicada.

No contexto da indústria a manutenção não representa apenas despesas para a empresa, ela também representa qualidade, confiabilidade e segurança. A manutenção tem como objetivo manter ou restaurar as características e desempenho originais de um equipamento ao longo do tempo, isso significa que a manutenção é a atividade responsável por permitir a qualidade dos produtos fabricados, garantindo um resultado condizente com o que foi planejado no desenvolvimento do produto a ser fabricado. Resumidamente a manutenção é um dos principais fatores que permitem a empresa ter um bom desempenho num mercado cada vez mais competitivo.

A manutenção divide-se em dois principais grupos: manutenção corretiva e manutenção preventiva. Ambos os grupos têm características específicas que trazem diferentes resultados, tanto se tratando de sua efetividade quanto de seu custo.

A manutenção corretiva é caracterizada pela tomada de ação somente após a falha do equipamento ser identificada, por isso é considerada reativa. Já a manutenção preventiva é planejada a partir de dados coletados ao longo do tempo, analisando o comportamento do equipamento em sua carga de trabalho, mapeando as falhas e fazendo uma estimativa de vida útil de seus componentes.

Por conta de sua abordagem a manutenção preventiva exige um custo de investimento inicial mais elevado quando comparado com a manutenção corretiva, precisando de uma mão de obra mais qualificada e de ferramentas mais avançadas, porém ela pode apresentar um lucro maior a longo prazo, aumentando a disponibilidade do equipamento e diminuindo a quantidade de paradas forçadas, diminuindo os riscos de paradas na linha de produção.

O setor responsável por fazer o gerenciamento da manutenção é chamado de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM). “Profissionais que atuam nessa área precisam de muita experiência, com grande conhecimento técnico e domínio em todas as áreas sob sua responsabilidade dentro da empresa. Para tanto, é essencial a capacitação em conceitos e conteúdos, para que se obtenha pleno sucesso, com resultados significativos para as metas da organização.” (Faraco, 2020, p 69) Para poder analisar a efetividade da manutenção são utilizados os Key Performance Indicators (KPI's), métodos desenvolvidos para mostrar de forma clara a performance da equipe de manutenção.

Um dos principais pontos que a manutenção afeta nas empresas é a sua competitividade no mercado, segundo Marques (2009) “A sobrevivência de qualquer negócio, empresa ou organização depende da habilidade de se competir efetivamente. Uma das áreas que se revela crucial na obtenção destes objetivos é a manutenção industrial”. Atualmente conseguimos encontrar com facilidade conteúdos teóricos relacionados a manutenção, porém há uma grande dificuldade em encontrar exemplos que tragam um referencial numérico dos impactos que a manutenção tem na produção, qualidade e financeiro das empresas.

Levando em conta o que foi apresentado nos textos anteriores este estudo tem como objetivo geral: Introduzir os conceitos básicos da manutenção afim de mostrar como a manutenção pode ser um agente benéfico para o lucro de uma instituição e incentivar os gestores a realizarem estudos direcionados para a área de manutenção para que possam ser mais assertivos na escolha do tipo de manutenção aplicado em suas empresas. Será discutido os tipos de manutenções, suas características, as vantagens e desvantagens, realizando uma comparação direta entre elas.

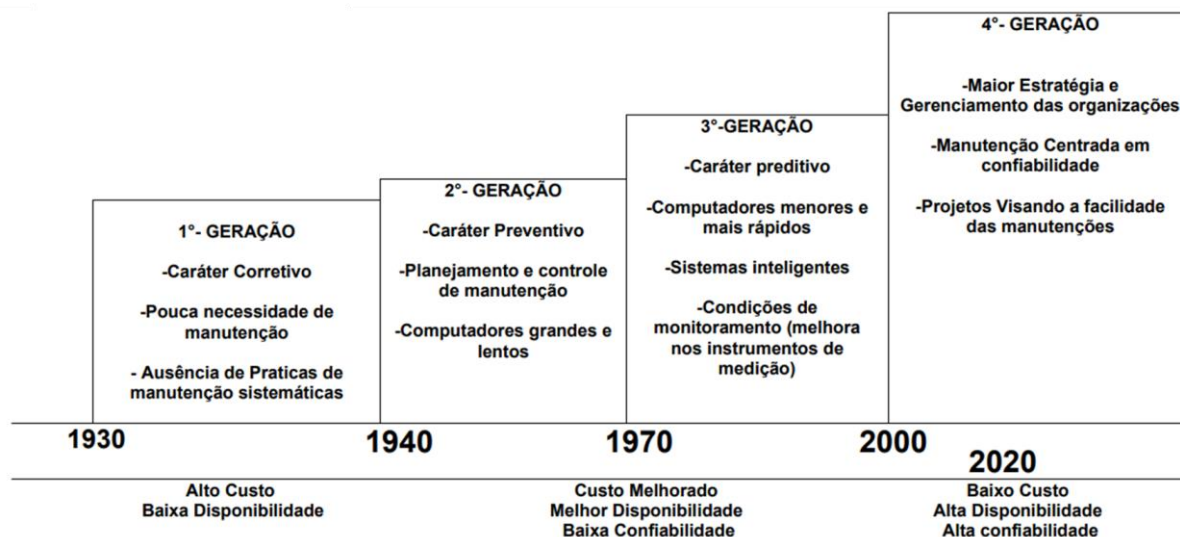
Desta forma os objetivos específicos são: (01) Analisar qual a técnica mais apropriada para aplicação, (02) Analisar os possíveis custos da manutenção preventiva e corretiva, (03) Comparar os benefícios e impactos na produção derivados de cada tipo de manutenção.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Marinelli (2021) a manutenção teve sua origem no final do século XVIII e início do XIX, com a chegada da Segunda Guerra Mundial houve um exponencial aumento na produção, e junto com ela a constante falha/quebra de equipamentos. Dada a situação, houve e urgente necessidade de prevenir as falhas/quebras dos equipamentos, tendo em vista que tais avarias poderiam levar a perda desses equipamentos, desta forma, começaram a surgir as rotinas de conserto das avarias que surgiam. Nessa época os consertos eram realizados de forma corretiva, resumiam em trocas de componentes apenas quando necessário, pois as falhas eram de fácil identificação, derivado da robustez dos equipamentos.

Com o passar dos anos a indústria foi se desenvolvendo para atender as necessidades do mercado consumidor, esse desenvolvimento mais tarde foi chamado de Revolução Industrial, assim como a indústria a manutenção teve de evoluir para atender o mercado, a manutenção teve de evoluir para atender a indústria. Como exemplificado na figura abaixo:

Figura 1: Evolução das técnicas de manutenção.



Fonte: Tales (2019).

Analisando a figura acima podemos observar dois pontos principais:

- I. Cada geração foi caracterizada por um tipo de manutenção:
 - 1° Geração: Manutenção Corretiva.
 - 2° Geração: Manutenção Preventiva.
 - 3° Geração: Manutenção Preditiva.
 - 4° Geração: Estratégia de Gerenciamento de Manutenções
- II. Os custos tendem a cair com surgimento de novas gerações, na primeira geração com um alto custo, e quarta geração com baixo custo.

3.1 Primeira Geração – Caráter Corretivo

Antes da Primeira e Segunda Guerra Mundial, os equipamentos que eram utilizados na indústria eram robustos, de baixa complexidade, com um consumo excessivo de energia e possuíam uma taxa de produção baixa, devido a inatividade do equipamento por falha (Kardec; Nascif; 2009).

Durante esse período o foco das indústrias era a produção, o que deixava a manutenção em segundo plano, sendo executada da forma mais simples, através da limpeza e lubrificação.

Esse período se caracterizou por:

- Equipamentos simples e pouco mecanizados;
- Manutenção não sistematizada;
- Registros de forma manual dos controles e serviços realizados;

3.2 Segunda Geração – Caráter Preventivo

Segundo Martins (2019), “em função da Segunda Guerra Mundial, a necessidade de aumentar a produção e a sua rapidez, apontando assim para o abastecimento de uma procura crescente, as indústrias nos seus órgãos máximos, decidiram criar um departamento de manutenção, para que houvesse uma preocupação não só em corrigir as avarias, mas também em evitá-las. Portanto, nesta época começou-se a pensar como se poderia manter o setor daí em diante, ou seja, o que a manutenção devia fazer para que as máquinas pudessem produzir o maior número de peças”.

Com a busca de melhorias na produção as falhas não programadas dos equipamentos não era mais aceita, fazendo os gerenciadores das fabricas buscarem por uma padronização do sistema de manutenção, surgindo assim o conceito da manutenção preventiva.

Uma das características desse período foi o alto custos das manutenções preventivas, pois com as paradas programadas e o grande foco em evitar as falhas dos equipamentos muitas peças ou partes dos maquinários eram trocadas sem mesmo sinalizarem alguma avaria. O que incentivou a busca de meios para prolongar a vida útil das peças, a fim de reduzir os custos das manutenções.

3.3 Terceira Geração – Caráter Preventivo

Marcado pelo desenvolvimento da aviação, entre os anos de 1940 e 1970, a manutenção preventiva se tornava algo mais estratégico e complexo, devido ao fato de que não se é possível realizar uma manutenção corretiva em um avião em pleno voo.

Esse problema impulsionou a automação das máquinas, a fim de garantir que nenhuma parada não planejada iria acontecer em um avião durante o voo, o fez com que a manutenção se tornasse uma das áreas mais importantes da indústria.

Nesse período houve também uma busca por uma maior produção com o menor custo o possível, levando assim a redução dos materiais em estoques, e a utilização da produção com o modelo just-in-time. Devido o cenário, as empresas não possuíam margens para paradas não programadas ou perda de produtos, o que deu impulso no desenvolvimento da manutenção preditiva.

3.4 Quarta Geração – Caráter Preventivo

Com início no ano de 1970 a quarta geração dura até a atualidade, diante a globalização e o aprimoramento da internet e dos computadores o âmbito industrial expandiu ainda mais com sua ajuda, os processos como monitoramento e análise dos equipamentos ficaram mais sofisticados (Marinelli, 2021).

Devido a essas diversas mudanças ao longo dos anos, a evolução da manutenção chegou a um ponto onde se consegue manter um bom funcionamento constante de todos os equipamentos, elevando a confiabilidade das máquinas e a vida útil das peças. Alguns dos principais benefícios dessa geração são:

- Redução das paradas emergenciais;
- Aumento da disponibilidade dos equipamentos para produção;
- Aumento da vida útil das peças e ativos;
- Redução dos custos envolvidos na manutenção;

3.5 Manutenção Corretiva

"A manutenção corretiva sempre é feita depois que a falha ocorreu. Em princípio, a opção por esse método de manutenção deve levar em conta fatores econômicos: é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? Se for, a manutenção corretiva é uma boa opção. Logicamente, não podemos nos esquecer de levar em conta também as perdas por paradas na produção, pois a manutenção corretiva pode acabar saindo muito mais cara do que imaginávamos em princípio." (Xenos, 2014).

A manutenção corretiva pode ser dividida em dois tipos: a planejada e a não planejada. A **manutenção corretiva planejada** ela tem como objetivo de realizar a tratativa antes que o problema chegue à falha, ou seja, é realizada no início do problema. Já a **manutenção corretiva não planejada** realiza a tratativa após a parada forçada, atuando no problema somente após ele acontecer.

Um dos pontos que se é fortemente recomendado em relação a manutenção corretiva é que ela seja utilizada em equipamentos que não envolvam diretamente a cadeia de produção ou a segurança dos colaboradores.

Figura 2: Tipos de ações a realizar de acordo com a manutenção.



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2013).

"A manutenção corretiva é o tipo de manutenção mais caro, que toma mais tempo e traz mais prejuízo para a empresa" (Tales, 2018). É um tipo de manutenção que se é difícil de mensurar seu custo, pois há muitas variáveis no cálculo como o tempo de mão de obra ociosa, redução na produção, atrasos na entrega dos produtos, entre outros. Por esses motivos a manutenção corretiva é considerada como cara.

3.6 Manutenção Preventiva

Segundo Bueno (2020, p 25), "a manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção, promovendo atividades rotineiras como: limpeza, lubrificação, substituição de equipamentos, peças e/ou máquinas, além de instalações em períodos pré-determinados, normalmente de acordo com instruções do fabricante por meio de operação e manutenção".

A manutenção preventiva se divide em dois tipos:

- **Manutenção baseada no tempo (TBM):** Utiliza intervalos pré-determinados (dias, semanas, meses, anos) para a execução de manutenção, independente da integridade do ativo.
- **Manutenção baseada na utilização (UBM):** Baseado na utilização do ativo (horas ou ciclos de produção) antes da falha, leva em consideração as especificações do fabricante

Tabela 1: Fluxo de planejamento da manutenção preventiva.

Manutenção Preventiva		
1ª Fase	Setor	Organização das ferramentas e do setor de manutenção.
2ª Fase	Documentação	Cadastrar e codificar os componentes críticos do equipamento.
3ª Fase	Plano	Elaborar um plano de manutenção preventiva indicando as frequências de inspeção.
4ª Fase	Banco de Dados	Criar um banco de dados para armazenar as informações.
5ª Fase	Indicadores	Definir os indicadores.
6ª Fase	Treinamento	Preparação da equipe para a inspeção.

Fonte: Luiz (2014).

Este tipo de manutenção tem diversas vantagens pois aumenta a vida útil dos equipamentos, reduz o tempo de ociosidade dos ativos, é possível otimizar os horários de trabalho e eleva a segurança para os trabalhadores, mas em contrapartida, existe a possibilidade de excesso de manutenções e um aumento no quadro de funcionários, já que se faz necessário uma mão de obra especializada para atuação da solução.

Para fazermos uma análise da eficiência da manutenção, existem métodos desenvolvidos para mensurar a frequência e tempo em que ocorre as manutenções. Chamamos esses métodos de indicadores de desempenho também conhecidos key performance indicator (KPI's), os dois KPI's mais usados são o Mean Time Between Failures (MTBF) e o Mean Time To Repair (MTTR).

Ambos os métodos podem ser usados pela gestão de uma empresa para avaliar como a manutenção está sendo realizada e qual caminho seguir, servindo como uma ferramenta essencial na escolha entre manutenção corretiva e preventiva. Por meio de dados coletados pela equipe de manutenção é possível planejar os custos futuros e paradas programadas.

Com base no MTBF e MTTR é possível mensurar outros dois indicadores, confiabilidade que consiste em qual a probabilidade de o equipamento conseguir realizar o trabalho esperado com uma qualidade satisfatória e disponibilidade que indica a porcentagem de tempo em que o equipamento fica disponível para a realização de serviços.

Vale lembrar que não existe um número ideal de MTBF ou MTTR pois, estes resultados estão diretamente ligados ao tipo de equipamento, layout da fábrica, tipo de processo realizado e facilidade de acesso à máquina. Esses indicadores servem como referência para a busca de melhorias contínuas dentro do mesmo contexto de manutenção. Portanto deve ser feito um estudo direcionado para cada caso afim de se ter resultados reais e relevantes para a melhoria da empresa.

3.7 MTBF

MTBF “mean time between failures”, em português, Tempo Médio entre Falhas e MTTR “mean time to repair”, Tempo Médio para Reparo, são tipos de indicadores importantes quando se trata de disponibilidade de um equipamento e aplicação do mesmo. Muitos gestores utilizam esses indicadores de desempenho em suas rotinas de controle (KARDEC, 2009; VIANA, 2009). Para o cálculo do MTBF é utilizada a seguinte fórmula:

$$MTBF = \frac{T_{total}}{n}$$

T_{total} = tempo total de operação do equipamento.

n = número de falhas ocorridas.

Apesar de existirem muitos mais indicadores de manutenção a que deve prestar atenção, o MTBF é uma base para o cronograma de manutenção preventiva. Além disso, se fizer estimativas corretas, também melhora o inventário e evita quebras de stock.

3.8 MTTR

Mean Time To Repair, ou tempo médio de reparo, este indicador registra o tempo médio em que a equipe de manutenção leva para consertar falhas presentes no equipamento, quanto menor o MTTR significa mais eficiência por parte da equipe de manutenção. Para o cálculo do MTTR é utilizada a seguinte fórmula:

$$MTTR = \frac{TM}{nM}$$

TM = tempo total gasto na manutenção do equipamento.

nM = número de manutenções realizadas.

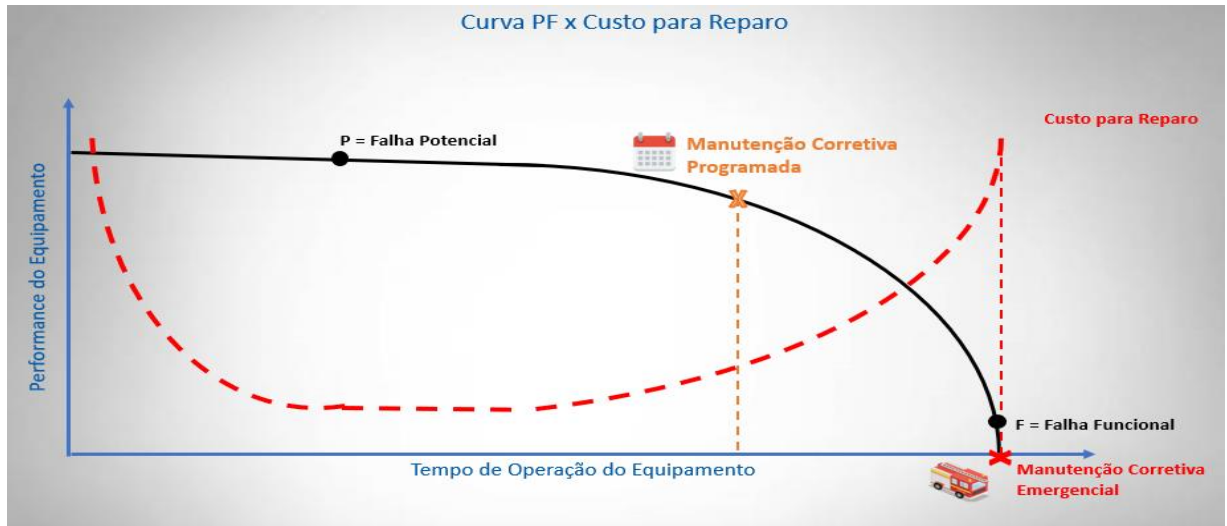
O MTTR considera o tempo desde a ocorrência da falha até a volta ao funcionamento, isso inclui a prontidão da equipe, o tempo de diagnóstico e a resolução da falha.

3.9 Comparação entre manutenção preventiva e corretiva

Como já dito anteriormente, a manutenção corretiva e preventiva apresenta diferentes níveis de investimento ao longo do tempo de utilização de um equipamento. A manutenção corretiva tem como principal vantagem o baixo nível de investimento inicial necessário para ser implementada, porém a longo prazo resulta em um maior desgaste do equipamento necessitando de paradas cada vez mais frequentes, aumentando o custo de manutenção consideravelmente.

Para ilustrar a relação entre tempo e custo de manutenção selecionamos a figura 3, um gráfico que mostra como o custo de manutenção inicial é baixo, porém se eleva quando o equipamento sofre uma falha repentina.

Figura 3: Curva de manutenção Tempo x Custo.



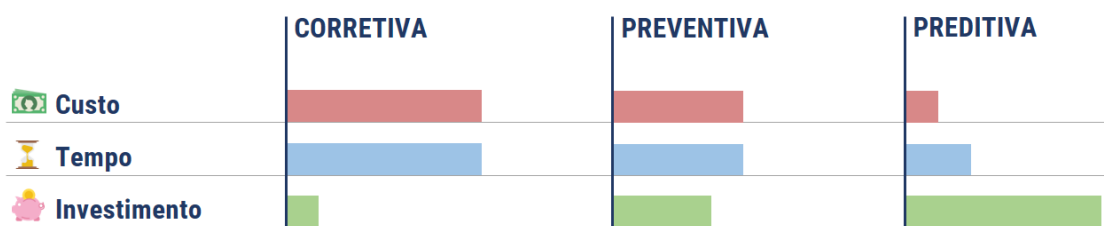
Fonte: Jhonata Tales (2018)

A manutenção preventiva por outro lado, requer um investimento inicial mais elevado por necessitar de equipamentos especializados e mão de obra mais capacitada. Por ter um caráter proativo evita que o equipamento sofra falha inesperadas e falhas catastróficas, aumentando a vida útil do mesmo e mantendo sua performance adequada por mais tempo. Isso resulta em um custo de manutenção mais homogêneo não apresentando grandes custos repentinos.

Um braço novo da manutenção preventiva que surgiu recentemente é a manutenção preditiva, tem como principal característica a implementação de equipamentos de monitoramento, que permitem observar o comportamento da máquina em tempo real e obter informações de funcionamento. Esses dados permitem a identificação de parâmetros de funcionamento fora do esperado, dando para a equipe de manutenção a capacidade de atuar antes mesmo da máquina sofrer uma perda de desempenho.

Entretanto a manutenção preditiva apresenta um custo de implementação extremamente elevado devido a sua complexidade e em muitos casos não está disponível para máquinas mais antigas, sendo menos acessível para empresas de pequeno porte.

Figura 4: Relação Custo, Tempo e Investimento.



Comparativo de custos de manutenção por tipo



Fonte: Soldati (2024).

A figura 4 ilustra um comparativo de custos entre os três tipos de manutenção citados anteriormente, vale lembrar que apesar de ser mais eficiente e avançada a manutenção preditiva não será a melhor escolha em todas as ocasiões, isso irá depender principalmente de dois fatores valor agregado da máquina a ser trabalhada juntamente com o custo de sua manutenção, e o valor referente ao custo da hora de máquina parada.

Quando uma máquina para, em vários casos resulta em uma bola de neve impedindo que a linha de produção prossiga na fabricação do produto causando um prejuízo chamado de

hora de máquina parada. Muitas vezes a hora de máquina parada representa um custo maior até mesmo que a manutenção do equipamento.

3.10 Como saber qual manutenção adotar?

Para realizar a escolha de manutenção adequada é de suma importância uma coleta de dados e a interpretação dos mesmos, além disso é necessário conhecimento técnico do equipamento a ser reparado e das técnicas de manutenções, sendo assim o primeiro passo é garantir que a equipe de PCM esteja bem capacitada investindo em treinamentos e desenvolvimento dos colaboradores da empresa.

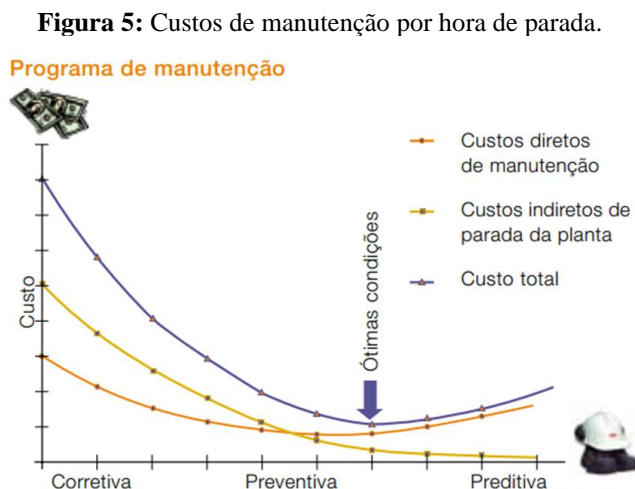
É necessário primeiro identificar qual a importância do equipamento da linha de produção, seu impacto na produção, sua capacidade produtiva, possibilidade de ter sua função realizada por outras máquinas, facilidade na manutenção em caso de eventuais ações no equipamento e disponibilidade de peças frequentemente usadas em manutenções periódicas.

É essencial uma análise do equipamento pelos indicadores de desempenho KPI's pois eles serão usados como referência na hora de decidir os métodos de manutenção. É importante lembrar que o MTBF e o MTTR não possuem um valor correto ou errado, eles apenas mostram desempenho da manutenção referente a um equipamento específico, por isso a necessidade de conhecer o contexto em que o mesmo se encontra e realizar um estudo para obter os valores de desempenho iniciais como referência. A partir desses dados a equipe de manutenção irá iniciar um processo de melhoria contínua afim de otimizar a manutenção cada vez mais.

Fazer um levantamento dos custos ligados a implementação da manutenção preventiva e preditiva para o equipamento desejado. Cada equipamento apresenta características únicas que vão alterar o custo para se começar a realização da manutenção preventiva, é necessário conhecê-los antes de iniciar sua implementação

Identificar os custos diretos da manutenção e os custos indiretos de parada da planta. Como dito antes quando um equipamento para ele deixa de produzir o produto fabricado, ou seja, ele não só representa um custo ativo como também deixa de produzir receita para a empresa. Entender o valor desse custo de hora parada é um dos passos mais importantes na gestão de manutenção.

Visualização dos dados coletados, a figura 5 ilustra um exemplo de gráfico simplificado dos custos referentes a manutenção e a hora parada.



Fonte: Tales (2024)

Quando somamos o custo diretos de manutenção com o custo de hora parada, obtemos o custo total da manutenção do equipamento. É possível observar que com a implementação da

manutenção preventiva temos uma redução de custos até certo ponto. Esse ponto representa o maior custo-benefício para o equipamento que está sendo estudado

Disponibilidade, representa a porcentagem de tempo em que o equipamento estava operacional durante o funcionamento da fábrica. Equipamentos críticos para a linha de produção devem sempre ter a busca pela disponibilidade em 100 % pois sua parada pode representar prejuízos expressivos como por exemplo o não cumprimento de uma data de entrega do produto, podendo resultar na perda de um cliente importante para a empresa. Nesses casos a alta disponibilidade pode ser mais importante que o custo-benefício indicado na tabela 2, sendo necessário um investimento mais elevado na manutenção preditiva.

Tabela 2: Disponibilidade operacional.

Equipamento	Tempo Operacional	Utilizado	Parado	Disponibilidade %
AFO-0001 - Forno	8736:00	5474:02	3261:58	62,66%
BAL-0001 - BALANÇA DE PRECISÃO FR09	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
BOT-0001 - BLENDOMAT	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
BTS-0001 - TUBOS DE SUÇÃO	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
CAP-0001 - CAPACITOR. 01 - C584	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
CAP-0002 - CAPACITOR. 01 - C584	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
CON-0001 - APLICAÇÃO 01	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
CON-0002 - APLICAÇÃO 02	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
SET-0001 - SETOR DE PRODUÇÃO	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
SET-0002 - SETOR DE TRATAMENTO	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
SLA-0001 - SALA DE ABERTURA	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
SOP-0001 - CAR. SOPRADOR - VEN 01	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
TEA-0001 - TEAR SULZER	8736:00	8736:00	00:00	100,00%
WEG-0001 - MOTOR WEG 500cv	8736:00	8696:52	39:07	99,55%

Fonte: Aluno (2024).

4. METODOLOGIA

Neste artigo, foi adotada uma pesquisa de natureza descritiva e exploratória em relação aos objetivos propostos. A coleta de dados mencionada foi realizada por meio de uma investigação bibliográfica e documental, utilizando uma abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa, com o propósito de correlacionar as informações para sua interpretação.

A pesquisa descritiva visa delinear as características de um fenômeno e se baseia em técnicas padronizadas de coleta de dados. O estudo em questão, que faz uso da abordagem qualitativa, focalizou o estudo de caso apresentado por Helmann (2006).

5. RESULTADOS E DISCURSÕES

Segundo um estudo de caso realizado por Helmann (2006) em uma empresa fabricante de embalagens de polpa moldada, foi-se aplicada a gestão de manutenção de caráter preventivo, com as metodologias conseguiu-se estratificar os elevados custos de manutenção da empresa.

Comparando as análises de custos de manutenção após a implementação do novo sistema na empresa, os com a manutenção preventiva se mantiveram estáveis e com o decorrer do ano alcançou um pico no valor aproximado de R\$ 50 mil. Já a manutenção corretiva, seus custos são completamente variáveis, devido ao fato de ser atividades que não estavam no plano de manutenção preventiva, que com o decorrer do ano o custo de manutenção teve um pico aproximadamente R\$ 150 mil.

Um ponto que também foi otimizado é em relação a disponibilidade dos equipamentos para produção, a empresa possuía uma média de 109,81 horas de ativos parados para manutenção corretiva antes do novo modelo de gestão, a partir da aplicação da nova gestão foi estabelecido uma meta de redução de 30% nas horas ociosas dos ativos, sendo a meta de 76,87 horas de ativos parados para manutenção corretiva, sendo que a partir do mês de março conseguiu-se manter-se mensalmente as horas ociosas abaixo da meta estabelecida .

6. CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento deste trabalho, concluímos que a manutenção corretiva é uma manutenção mais barata que a preventiva a curto prazo. No entanto mesmo que seja mais viável em algumas situações, ela acarreta um custo a longo prazo elevado para a empresa devido a interrupção da produção, imprevisibilidade de falhas e o tempo ocioso. A manutenção preventiva tem um custo inicial maior, mas se torna mais vantajosa a longo prazo por manter o funcionamento da máquina em um período maior e garantindo uma vida útil maior da máquina, mantendo sua disponibilidade e reduzindo as paradas inesperadas.

Além dos custos de manutenção mais baixos ao longo do tempo, a manutenção preventiva também garante uma maior qualidade nos produtos fabricados, evitando erros relacionados ao processo de fabricação, mitigando o desgaste da relação com o cliente devido ao não cumprimento das suas expectativas.

O estudo mostra também que a manutenção preventiva se torna bastante utilizada pelas empresas pela estabilidade de suas máquinas e garantia de manter sua produção estável e segura, o que é de extrema importância para sua competitividade no mercado. Como apontado no trabalho o MTBF e MTTR são métodos utilizados pelas empresas para maior facilidade do controle dos tipos de manutenções necessárias nas máquinas e o tempo em que será necessário o reparo.

A manutenção preventiva também proporciona uma maior segurança para o operador da máquina pelo fato de evitar quebras inesperadas, isso evita que o operador sofra lesões enquanto está em seu posto de trabalho.

Por fim, é possível concluir que por conta de suas vantagens apresentadas ao longo do trabalho, a manutenção preventiva é mais vantajosa em grande parte dos casos. Porém é de suma importância que a equipe de gestão de manutenção conduza um estudo direcionado para cada caso, procurando entender qual investimento fará mais sentido nesta determinada realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, Edson Roberto Ferreira. **Gestão da manutenção de máquinas**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 17 nov. 2024.

FARACO, Newton. **Gestão de equipes de manutenção**. 1ª ed. Curitiba: Contentus , 2020.

HELMANN, K. S. et al. **Controle dos custos da manutenção e aplicação de técnicas preventivas e preditivas para aumento do desempenho produtivo: um estudo de caso**. Disponível em: <https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/157.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção – Função estratégica**. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark Editora, 2013.413p.

LUIZ, G. F.; DE LIMA, N. F. **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM CENTRO DE USINAGEM VERTICAL: UM ESTUDO DE CASO**. Disponível em:

<<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistatecnologiaetendencias/article/view/1342/2075>>. Acesso em: 23 nov. 2024.

MARINELLI, I. **Da preventiva à preditiva, a evolução da gestão da manutenção**.

Disponível em: <<https://revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/entenda-a-evolucao-da-manutencao-preditiva.html>>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MARQUES, Pedro. **Implementação de um Sistema de Manutenção Preventiva**. ProQuest, 2011 Disponível em:

<<https://www.proquest.com/openview/658693d470dcd1f7e90baffb69b6f170/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

MARTINS, T. **Evolução da Manutenção em 4 Fases. Ajudo empresas e pessoas na implementação do TPM - Manutenção Produtiva Total**. Túlio Martins, 11 dez. 2019.

Disponível em: <<https://tuliomartins.com.br/evolucao-da-manutencao/>>. Acesso em: 19 nov. 2024

OKADA, Rodrygo. **Manutenção Corretiva: O que é, custo e quando fazer**. Disponível em: <<https://tractian.com/blog/manutencao-corretiva>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

POR MARKETING. **Evolução da manutenção: conheça essa trajetória revolucionária**.

Disponível em: <<https://itsstecnologia.com.br/blogs/evolucao-da-manutencao-conheca-mais-dessa-trajetoria-revolucionaria/>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

RUAS, S. **A evolução da manutenção preditiva**. **techplus**, 25 nov. 2019. Disponível em:

<<https://www.imachine.com.br/single-post/2019/11/25/a-evolu%C3%A7%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-preditiva>>. Acesso em: 12 nov. 2024

SELEME, Robson. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. 1. ed.

Curitiba: Intersaberes, 2015. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 02 nov. 2024.

SOLDATI, H. P. **Manutenção preditiva**. Disponível em:

<<https://tdn.totvs.com/pages/releaseview.action?pageId=445645518>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

STRUVE, C. **Evolução na Gestão da Manutenção**. **Fractal.com**Fractal, 30 set. 2019.

Disponível em: <<https://www.fractal.com/pt-br/blog/evolucao-na-gestao-da-manutencao>>. Acesso em: 2 nov. 2024

TALES, J. **Manutenção Corretiva: O que é, quando fazer e como fazer**. Disponível em:

<<https://engeteles.com.br/manutencao-corretiva/>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

TRACTIAN. **O que é plano de manutenção e entenda como montar**. Disponível em:

<<https://tractian.com/blog/plano-de-manutencao-saiba-como-montar>>. Acesso em: 13 nov.

2024.

TRACTIAN. 8 indicadores de manutenção que são indispensáveis: (MTBF, MTTR etc.). Disponível em: <<https://tractian.com/blog/indicadores-de-manutencao>>. Acesso em: 11 nov. 2024.

XENOS, H. G. Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade. Brasil: Falconi Editora, 2014.